

SIFAT-SIFAT FISIKA BATUAN PULAU BIAK DAN PULAU SUPIORI, IRIAN JAYA

W.H. Simamora *)

ABSTRACT

The stratigraphical units of Biak, Irian Jaya Quadrangle, scale 1:250.000 consist of the Tertiary volcanic and sedimentary rocks, the pre-Tertiary metamorphics and recent alluvial. The studied area is in Biak and Supiori Islands, Irian Jaya bounded by longitudes 135°45' - 136°23'E and latitudes 0°36' - 1°36'S.

Thirty six rock samples from investigated area have been collected and analyzed in a laboratory. The physical characteristics of samples analyzed include density (ρ), porosity (ϕ), magnetic susceptibility (χ), and velocity of seismic wave (V_p and V_s). The result shows that the value of densities are within the range of 1.86 - 2.60 gr/cc, permeability 2.31 - 35.27%, magnetic susceptibilities are within 2,2 - 32,23 $\times 10^{-6}$ cgs emu. The value of wave velocities (V_p) are around 2.2 - 5.4 km/sec, and V_s are within 1.1 - 3.1 km/sec.

The result of rock samples analysed in area indicates that density distribution of less than 2.0 gr/cc and permeability distribution of > 20% may have high degree of water saturation.

Keywords : Rock physical, density, porosity, magnetic susceptibility, velocity of seismic wave

SARI

Tataan stratigrafi Lembar Biak, Irian Jaya berskala 1:250.000 terdiri atas batuan-batuan vulkanik dan sedimen Tersier, batuan malihan pra-Tersier dan aluvium muda. Daerah penelitian di Pulau Biak dan Supiori, Irian Jaya terletak antara 135°45' - 136°23' BT dan antara 0°36' - 1°36' LS.

Tiga puluh enam (36) percontoh batuan yang diambil dari lokasi penelitian telah di analisis sifat fisika batumannya di laboratorium. Sifat fisika batuan yang dianalisis berupa rapat massa (ρ), kesarangan (ϕ), kerentanan magnet (χ), dan cepat rambat gelombang seismic (V_p dan V_s). Nilai rapat massa berkisar antara 1,86 - 2,60 gr/cc, sedang nilai kesarangan berkisar antara 2,31 - 35,27%, kerentanan magnet berkisar antara 2,2 - 32,23 $\times 10^{-6}$ cgs emu. Nilai cepat rambat gelombang V_p berkisar 2,2 - 5,4 km/det dan V_s antara 1,1 - 3,1 km det.

Hasil analisis percontoh batuan di daerah penelitian menunjukkan sebaran rapat massa < 2,0 gr/cc dan sebaran nilai kesarangan batuan > 20%, yang berarti mempunyai derajat kelulusan air yang cukup tinggi.

Kata kunci : Fisika batuan, rapat massa, porositas, kerentanan magnet, cepat rambat gelombang

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Penyelidikan dengan metode geofisika, terutama yang sifatnya rinci atau setempat, baik itu penyelidikan gaya berat, tahanan jenis, magnet, maupun seismik memerlukan bantuan data dasar sifat fisika batuan sebagai acuan untuk dapat menafsirkan struktur geologi bawah permukaan di daerah penyelidikan. Data dasar sifat fisika batuan yang dibutuhkan itu antara lain berupa nilai rapat massa (ρ), kesarangan antar butir (ϕ), cepat rambat

gelombang primer (V_p) dan gelombang sekunder (V_s) serta kerentanan magnet batuan (χ). Semua nilai ini dapat diketahui dari hasil pengukuran percontoh batuan di laboratorium yang diambil dari daerah penelitian yang dinilai mewakili daerah penelitian.

Penelitian dilakukan di Pulau Biak yang terletak antara koordinat 135°45' - 136°23' BT dan 0°36' - 1°36' LS (Gambar 1). Secara administratif daerah ini termasuk wilayah Kabupaten Biak dengan ibu kota Biak. Daerah penelitian dapat dicapai dari Kota Biak dengan mempergunakan kendaraan roda empat dan roda dua. Pada beberapa lokasi tertentu hanya dapat dicapai dengan berjalan khaki.

*) Pusat Survei Geologi

Maksud dan Tujuan

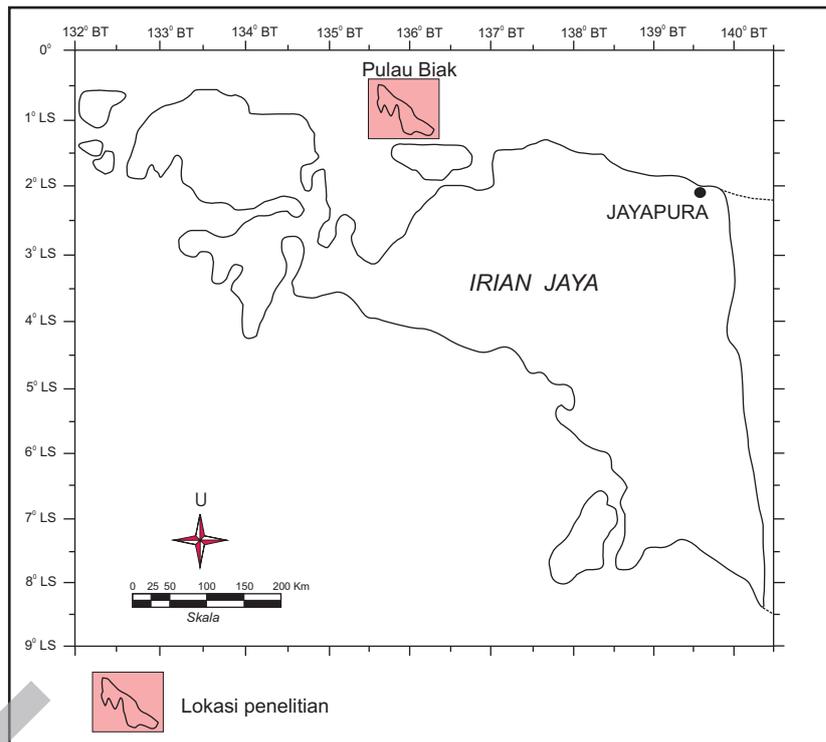
Penelitian sifat fisika batuan yang dilakukan di Pulau Biak, Irian Jaya, bertujuan untuk membantu penyelidikan geofisika lain (gaya berat dan seismotektonik) yang dilakukan secara terpadu di daerah tersebut, dan diharapkan dapat digunakan sebagai data/informasi dasar dalam mendukung analisis geofisika lainnya. Selain itu, juga diharapkan dapat digunakan sebagai informasi pendahuluan bagi semua pihak pengguna data.

Penelitian ini dilakukan pada tahun anggaran 1998/1999 yang merupakan kelanjutan dari kegiatan yang telah dilakukan di Pulau Lombok pada tahun anggaran 1997/1998 oleh Proyek Kajian dan Informasi Geologi Tematik (PKIGT), Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (sekarang Pusat Survei Geologi), dengan maksud membantu penelitian gaya berat dan seismotektonik yang dilakukan secara terpadu di daerah tersebut. Hasil penelitian ini berupa sifat rapat massa (ρ), kesarangan (ϕ), kerentanan magnet (χ) dan cepat rambat gelombang (V_p/V_s) batuan. Hasil penelitian diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan dasar dalam penafsiran gaya berat dan seismotektonik yang dilakukan di daerah tersebut

Sebanyak 36 percontoh yang terdiri atas batugamping, batupasir, dan batuan malihan telah diambil dari daerah penelitian (Tabel 1 dan Gambar 3), dan telah dianalisis di laboratorium geofisika, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (sekarang Pusat Survei Geologi).

TATAAN GEOLOGI

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Biak, Irian Jaya berskala 1 : 250,000 (Masria dr., 1981), secara morfologis Pulau Biak boleh dikatakan datar dengan perbukitan landai dan ketinggian maksimum 300 m dari atas permukaan laut. Berbeda dengan Pulau Biak, Pulau Supiori yang terdapat di bagian barat laut Pulau Biak, bermorfologi sangat kasar dengan beberapa puncak perbukitan/gunung yang mencapai beberapa ratus meter dengan puncak tertinggi



Gambar 1. Lokasi penelitian

Gunung Bon Supiori dengan ketinggian 1030 m dari atas permukaan laut.

Pulau Biak dicirikan oleh adanya undak-undak batugamping terumbu yang agak sulit dikenali, terutama yang terdapat dipedalaman. Berdasarkan peta potret udara ada empat undak di sekitar Biak.

Morfologi kars berkembang pada batugamping tebal yang meluas dan sebagai akibatnya banyak sungai yang mengalir di bawah permukaan tanah, contohnya sungai Wafuri di bagian timur Pulau Biak, sebagian alirannya terdapat di permukaan, kemudian menghilang ke bawah permukaan tanah dan muncul kembali sebagai mata air besar di dekat pantai. Bagian barat Pulau Biak dan Pulau Supiori didasari oleh batuan kedap air, dan beberapa sungai yang mengalir di daerah ini berpola aliran sejajar.

Satuan batuan yang terdapat pada lembar ini ada sembilan satuan batuan dari umur tua ke muda (Pra-Eosen sampai Holosen) dapat dilihat pada Gambar 2. Satuan batuan tertua terdiri atas batuan malihan derajat rendah. Berdasarkan posisi stratigrafinya diduga berumur Pra-Eosen. Batuan tersebut bersama Formasi Auwewa (Teoa) tersingkap di daerah Korido. Formasi Auwewa (Teoa) terdiri atas lava basal, tufa dan breksi, serta di beberapa tempat mengandung pecahan batuan malihan dan rijang. Formasi ini

menindih tak selaras batuan malihan, dan ditindih tak selaras oleh formasi yang lebih muda. Singkapannya terdapat di utara Bosnik di Pulau Biak, di sebelah utara Korido dan di Gunung Makikisi di Pulau Supiori, serta di Pulau Bepondi (Mios). Umurnya diperkirakan Oligosen Awal dan mungkin Eosen (Masria dr., 1981).

Batuan yang lebih muda di atasnya dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu Kelompok Supiori yang terdiri atas Formasi Wainukendi (Tomw), Formasi Wafordori (Tmw), dan Formasi Nafisendi (Tmn), sedangkan kelompok Biak terdiri atas Formasi Korem (Tmk), Formasi Wardo (Tmpw), dan Formasi Mokmer (Qm).

Formasi Wainukendi (Tomw) terdiri atas batugamping hablur tidak berfosil, setempat ditemukan lensa konglomerat, lapisan tipis napal, dan batugamping berfosil. Umurnya berkisar dari Oligosen Akhir sampai Miosen Awal. Formasi ini membentuk deretan pegunungan dengan puncak tertinggi terdapat di bagian selatan Pulau Supiori dan di Pulau Biak bagian barat laut. Formasi ini menindih tak selaras Formasi Auwewa dan ditindih tak selaras atau mungkin menjemari dengan Formasi Wafordori, dan selanjutnya ditindih selaras oleh Formasi Napisendi.

Formasi Wafordori (Tmw) sebagian besar terdiri atas napal tufaan dengan sisipan batupasir dan lensa batugamping hablur berfosil. Fosil-fosilnya menunjukkan umur Miosen Awal dan ditindih selaras oleh Formasi Napisendi yang terdiri atas batugamping pejal. Formasi Wafordori pelamparannya terdapat di bagian utara dan timur Pulau Supiori, sedangkan Formasi Napisendi di bagian selatan dan barat. Formasi Napisendi ditindih tak selaras oleh Formasi Korem. Formasi Korem (Tmk) terdiri atas napal kapuran, pasiran, serta batugamping napalan mengandung foraminifera kecil yang menunjukkan umur Miosen Akhir, serta tersingkap di bagian tengah Pulau Biak.

Formasi Wardo (Tmpw) terdiri atas batugamping napalan dan pasiran disertai banyak sekali foraminifera. Pelamparan formasi ini dijumpai di bagian barat daya Pulau Biak, dan menjemari dengan Formasi Korem. Berdasarkan kandungan fosil foraminifera kecilnya, umur batuan ini adalah Miosen Akhir hingga Oligosen (Masria dr., 1981).

Kedua Formasi ini menindih tak selaras formasi yang lebih tua. Formasi Wardo ditindih tak selaras oleh Formasi Mokmer (Qm) yang terdiri atas batugamping koral dan kapur yang mengandung foraminifera kecil. Umur Formasi Mokmer berkisar dari Plistosen sampai Holosen. Di Pulau Biak formasi ini menindih tak selaras Formasi Auwewa dan Waikendi.

Endapan pantai (Qc) terdapat di kanan dan kiri Selat Sorindidori yang terdiri atas kerikil, pasir, dan lumpur.

Struktur yang terdapat di daerah ini berupa struktur sesar normal. Sejarah geologi daerah ini dimulai sejak Kala Pra-Eosen dengan tersingkapnya batuan dasar berupa batuan malihan di permukaan (Masria dr., 1981). Proses erosi di daerah ini menghasilkan cekungan-cekungan yang diisi oleh batuan vulkanik pada bagian yang dangkal selama Eosen dan Oligosen. Pada bagian cekungan yang dalam (di bagian selatan Pulau Supiori dan bagian barat Pulau Biak) terendapkan batuan karbonat. Kemudian pada Oligosen Akhir sampai Miosen Awal seluruh daerah ini mengalami penurunan. Pada Kala Miosen Tengah di daerah ini terjadi pengangkatan yang disertai pensesaran mendatar dan menegak yang antara lain membentuk Selat Sorindidori yang memisahkan Pulau Supiori dan Pulau Biak.

Sejak Miosen Akhir seluruh daerah ini mengalami penurunan kembali secara perlahan dan menerus hingga Plistosen Akhir. Penurunan ini sesekali diselingi pengangkatan yang terjadi secara tersendat-sendat, dan berlangsung hingga sekarang. Hal ini ditunjukkan dengan adanya beberapa undak batugamping.

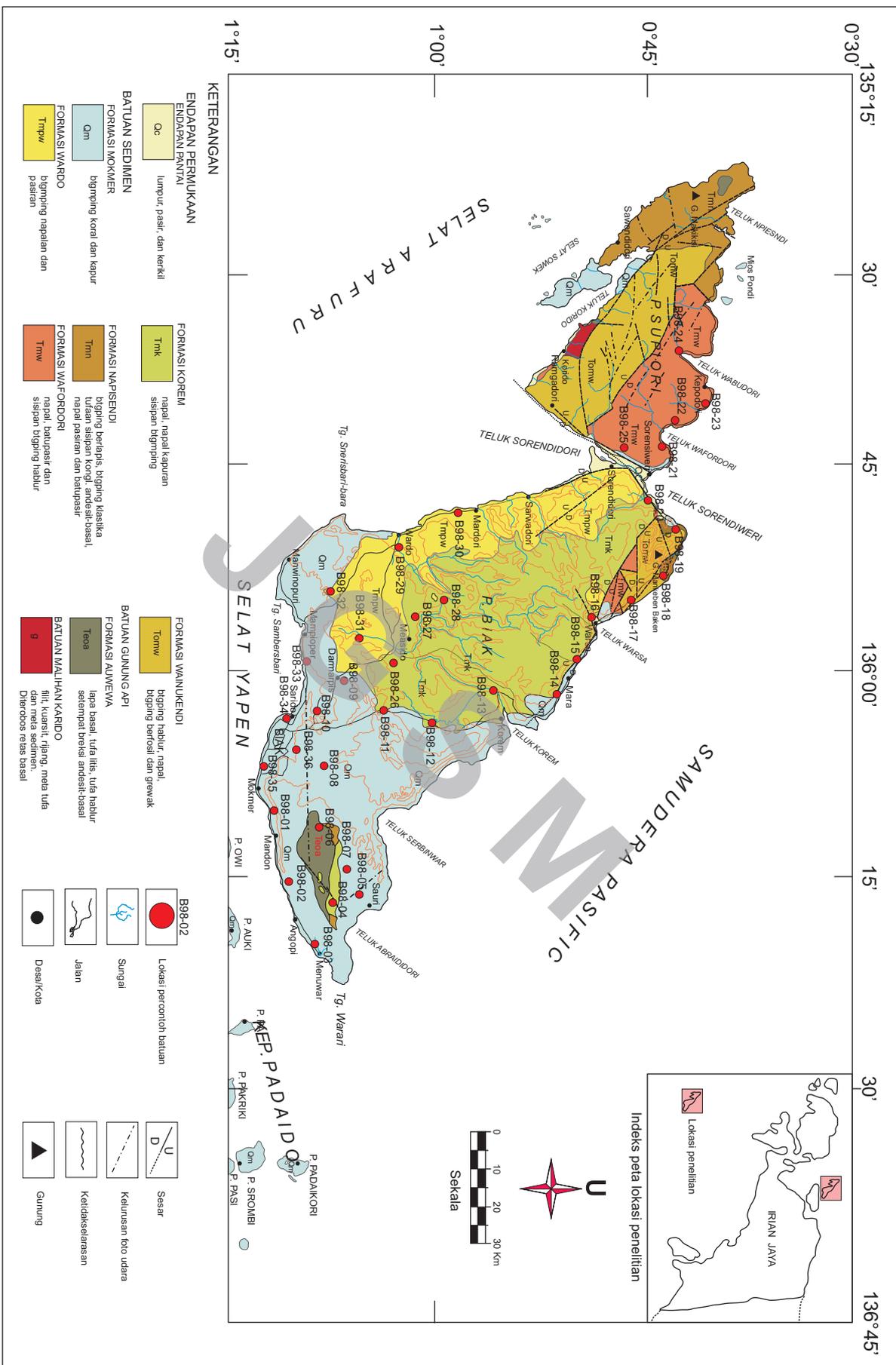
HASIL PENELITIAN

Tiga puluh enam percontoh batuan yang diambil dari daerah penelitian (Gambar 3) yang terdiri atas batupasir, batugamping, dan batuan malihan (Tabel 1) telah dianalisis di laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung.

Hasil analisis sifat fisika batuan yang mencakup nilai rapat massa (ρ), kesarangan (ϕ), kerentanan magnet (χ), dan cepat rambat gelombang (V_p/V_s) dapat dilihat pada Tabel 1 dengan pembahasan sebagai berikut :

Tabel 1. Nilai Sifat Fisika Batuan Pulau Biak, Irian Jaya

No.	Nomor Percontoh	Nama Batuan (Megaskopis)	Rapat Massa (ρ)			Porositas (%) Φ	Kerentanan $k = \times 10^{-6}$ emu	Cepat Rambat Gelombang	
			ρ (asli)	ρ (Jenuh air)	ρ (kering)			Vp	Vs
1	B98-01	gamping kristalin	2.40	2.46	2.37	8.45	5.75	4300.00	1653.85
2	B98-02	gamping kristalin	2.55	2.56	2.54	2.31	9.59	4888.00	1833.33
3	B98-03	gamping kristalin	2.42	2.38	2.28	9.78	4.46	3500.00	1555.56
4	B98-04	gamping kristalin	2.36	2.41	2.36	5.10	2.93	5250.00	1400.00
5	B98-05	gamping napalan	2.17	2.36	2.13	22.65	4.46	4000.00	1739.13
6	B98-06	batupasir	2.33	2.39	2.29	9.79	10.73	3818.18	1826.09
7	B98-07	batupasir	2.37	2.41	2.36	4.67	16.73	3000.00	1909.09
8	B98-08	gamping koral	2.02	2.12	1.93	18.58	4.38	4200.00	2470.59
9	B98-09	gamping koral	2.42	2.48	2.36	12.15	3.96	2733.33	1863.64
10	B98-10	gamping kristalin	2.31	2.38	2.30	7.87	2.51	4666.67	2800.00
11	B98-11	gamping koral	2.23	2.26	2.20	20.54	2.2	2913.00	1208.00
12	B98-12	gamping koral	2.16	2.42	2.10	32.26	2.72	3636.36	2105.26
13	B98-13	gamping koral	1.99	2.10	1.88	22.54	19.43	3636.36	2500.00
14	B98-14	gamping koral	1.86	2.01	1.84	16.68	32.23	3727.27	2277.78
15	B98-15	gamping terumbu	2.48	2.52	2.46	5.71	4.28	4444.44	1666.67
16	B98-16	Napal kapuran	2.00	2.06	1.95	26.54	3.17	2178.00	1097.00
17	B98-17	Napal pasiran	2.16	2.20	2.10	24.83	5.25	4100.00	1413.79
18	B98-18	gamping klastika	2.45	2.48	2.44	4.31	13.42	4000.00	2666.67
19	B98-19	gamping pasiran	2.13	2.27	2.11	15.71	4.18	2714.29	1357.14
20	B98-20	Napal pasiran	2.02	2.13	1.91	23.87	14.98	3900.00	2294.12
21	B98-21	Pasiran gamping	2.03	2.18	2.01	16.27	12.51	3727.27	2411.76
22	B98-22	gamping napalan	2.60	2.60	2.58	2.73	7.13	4444.44	1290.32
23	B98-23	Napal	2.19	2.23	2.15	21.83	4.55	2616.00	1127.00
24	B98-24	Malihan	2.55	2.58	2.49	5.35	7.48	4000.00	2500.00
25	B98-25	Napal pasiran	1.86	1.93	1.77	34.60	5.02	2733.33	1863.64
26	B98-26	gamping koral	2.00	2.00	1.77	22.70	5.72	4000.00	2105.26
27	B98-27	gamping koral	2.33	2.35	2.30	5.06	4.38	3636.36	2352.94
28	B98-28	Lempung pasiran	1.96	2.01	1.90	26.98	10.98	3500.00	2100.00
29	B98-29	Napal gampingan	1.94	2.00	1.85	35.27	14.22	3230.77	2470.00
30	B98-30	Lempung gampingan	2.40	2.43	2.37	5.85	9.04	4200.00	3000.00
31	B98-31	gamping koral	1.82	1.96	1.76	35.43	1.61	2277.78	1640.00
32	B98-32	gamping koral	2.35	2.38	2.31	6.77	9.04	5375.00	3583.33
33	B98-33	gamping koral	2.24	2.29	2.22	7.06	10.93	4777.00	2866.67
34	B98-34	gamping koral	1.90	1.95	1.85	29.29	4.98	4555.56	2411.76
35	B98-35	Pasir napalan	1.96	2.03	1.89	30.83	5.87	3307.69	2529.41
36	B98-36	gamping koral	2.29	2.36	2.26	9.81	10.8	4300.00	3071.43



Gambar 3. Lokasi titik percontoh sifat fisika batuan dan geologi daerah penelitian.

Nilai rapat massa

Nilai rapat massa batuan menggambarkan kekompakan/kepadatan suatu batuan; semakin besar nilai rapat massa batuan semakin kompak dan padat batuan tersebut.

Analisis nilai rapat massa batuan yang dilakukan di laboratorium meliputi nilai rapat massa batuan asli (ρ_a), nilai rapat massa batuan jenuh air (ρ_w), dan nilai rapat massa batuan kering (ρ_d) (Tabel 1).

Nilai rapat massa batuan asli (ρ_a) dapat di kelompokkan berdasarkan jenis batuan, yaitu kelompok batugamping dengan nilai berkisar antara 1,82 gr/cc - 2,60 gr/cc, kelompok batupasir nilai rapat massanya antara 1,6 gr/cc - 2,4 gr/cc, sedangkan batuan malihan bernilai 2,55 gr/cc. Nilai rapat massa batuan asli terendah 1,86 gr/cc berupa napal pasiran dijumpai pada lokasi B98-25, dan nilai tertinggi 2,60 gr/cc berupa batugamping kristalin dijumpai pada lokasi B98-24. Nilai rapat massa batuan jenuh air (ρ_w) untuk kelompok batugamping berkisar antara 1,93 gr/cc - 2,41 gr/cc, kelompok batupasir berkisar 1,93 gr/cc - 2,41 gr/cc, sedangkan batuan malihan rapat massanya 2,58 gr/cc. Nilai rapat massa batuan kering (ρ_d) kelompok batugamping berkisar antara 1,76 gr/cc - 2,49 gr/cc, dan kelompok batupasir bernilai antara 1,77 gr/cc - 2,36 gr/cc.

Nilai Kesarangan/Porositas

Kesarangan/porositas batuan dinyatakan dalam persen (%), artinya perbandingan antara volume seluruh batuan dengan volume seluruh rongga dalam batuan pada kondisi tertentu (Hoshino, 1978). Nilai kesarangan pada batugamping berkisar antara 2,31% - 32,26%, untuk batupasir berkisar antara 4,67% - 34,60%, sedang batuan malihan nilai porositasnya 5,35%.

Nilai Kerentanan Magnet

Mengacu pada Heryanto (1990), nilai kerentanan magnet suatu batuan ditentukan oleh kandungan mineral magnetik dalam batuan tersebut. Hasil analisis laboratorium nilai kerentanan magnet batuan untuk batugamping berkisar antara $1,61 \times 10^{-6}$ emu - $32,23 \times 10^{-6}$ emu, untuk batupasir berkisar antara $5,02 \times 10^{-6}$ emu - $16,73 \times 10^{-6}$ emu, sedangkan untuk batuan malihan bernilai $7,48 \times 10^{-6}$ emu.

Cepat Rambat Gelombang

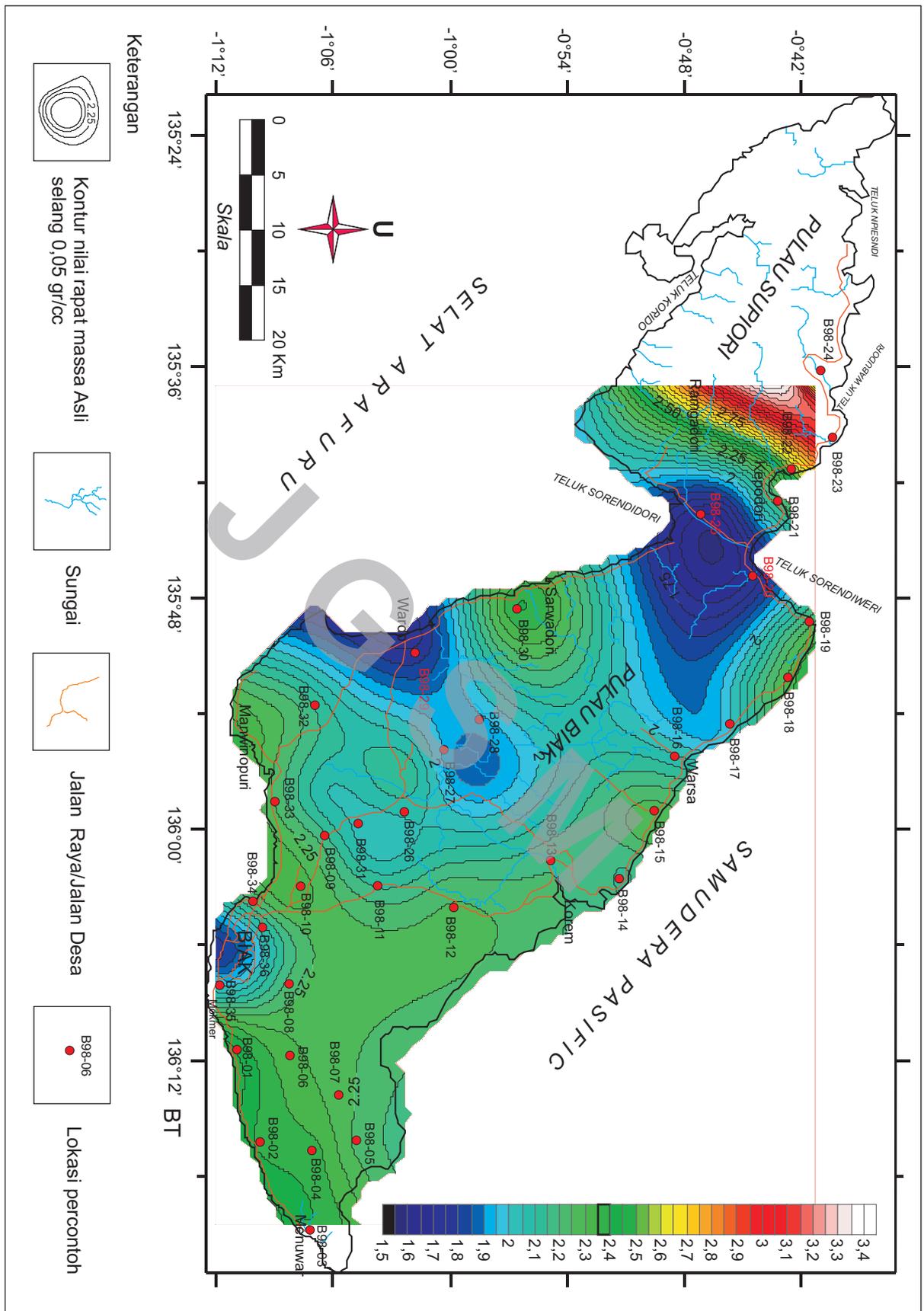
Menurut Untung & Akil (1978), semakin padat suatu batuan maka semakin tinggi cepat rambat gelombang seismik pada batuan tersebut. Analisis cepat rambat gelombang yang dilakukan di laboratorium berupa cepat rambat gelombang primer (V_p) dan cepat rambat gelombang sekunder (V_s). Hasil analisis cepat rambat gelombang primer (V_p) untuk batugamping berkisar antara 2277,8 m/det - 5375,0 m/det, untuk batupasir berkisar antara 2733,3 m/det, sedangkan batuan malihan 4000,0 m/det. Nilai cepat rambat gelombang sekunder (V_s) batugamping berkisar antara 1097,0 m/det, batupasir berkisar antara 1413,8 m/det - 2529,4 m/det sedangkan batuan malihan 2500,0 m/det.

Hasil analisis sifat fisika batuan yang terdapat pada Tabel 1 juga ditampilkan dalam bentuk sebaran nilai garis kontur, dengan maksud untuk memperlihatkan bagaimana sebaran sifat fisika batuan tadi. Kontur sifat fisika batuan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4 s/d Gambar 10 dengan penjelasan sebagai berikut :

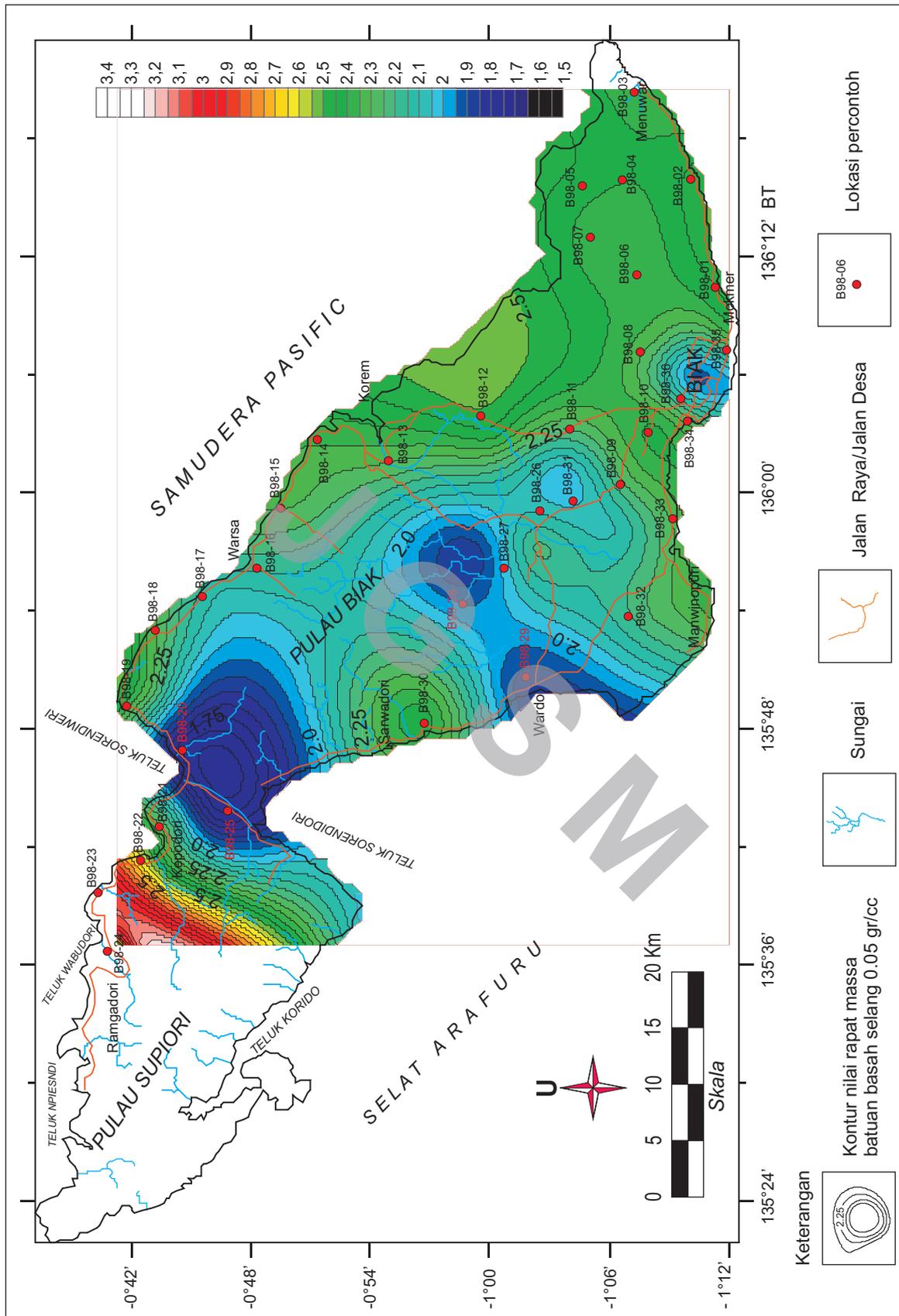
Nilai rapat massa batuan asli (ρ_a) dengan selang kontur 0,05 gr/cc yang membentuk sebaran kontur berupa bulatan cembung dan cekung dapat dilihat pada gambar 4. Secara garis besar nilai garis kontur dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu kelompok dengan rapat massa lebih kecil dari 2,0 gr/cc, dan yang lebih besar dari 2,0 gr/cc. Garis kontur dengan nilai lebih kecil dari 2,0 gr/cc yang digambarkan berwarna biru tua ditemukan pada tiga tempat, yaitu;

Kelompok pertama dijumpai di daerah Kota Biak berupa bulatan rapat massa yang membentuk cekungan dan menghilang ke arah laut di selatan. Kelompok kedua dapat dilihat di daerah Pantai Wardo dengan sebaran yang lebih luas mengarah ke sebelah timur laut sampai hampir pertengahan pulau. Sedangkan kelompok ketiga dijumpai di ujung barat laut Pulau Biak yang menerus ke Pulau Supiori.

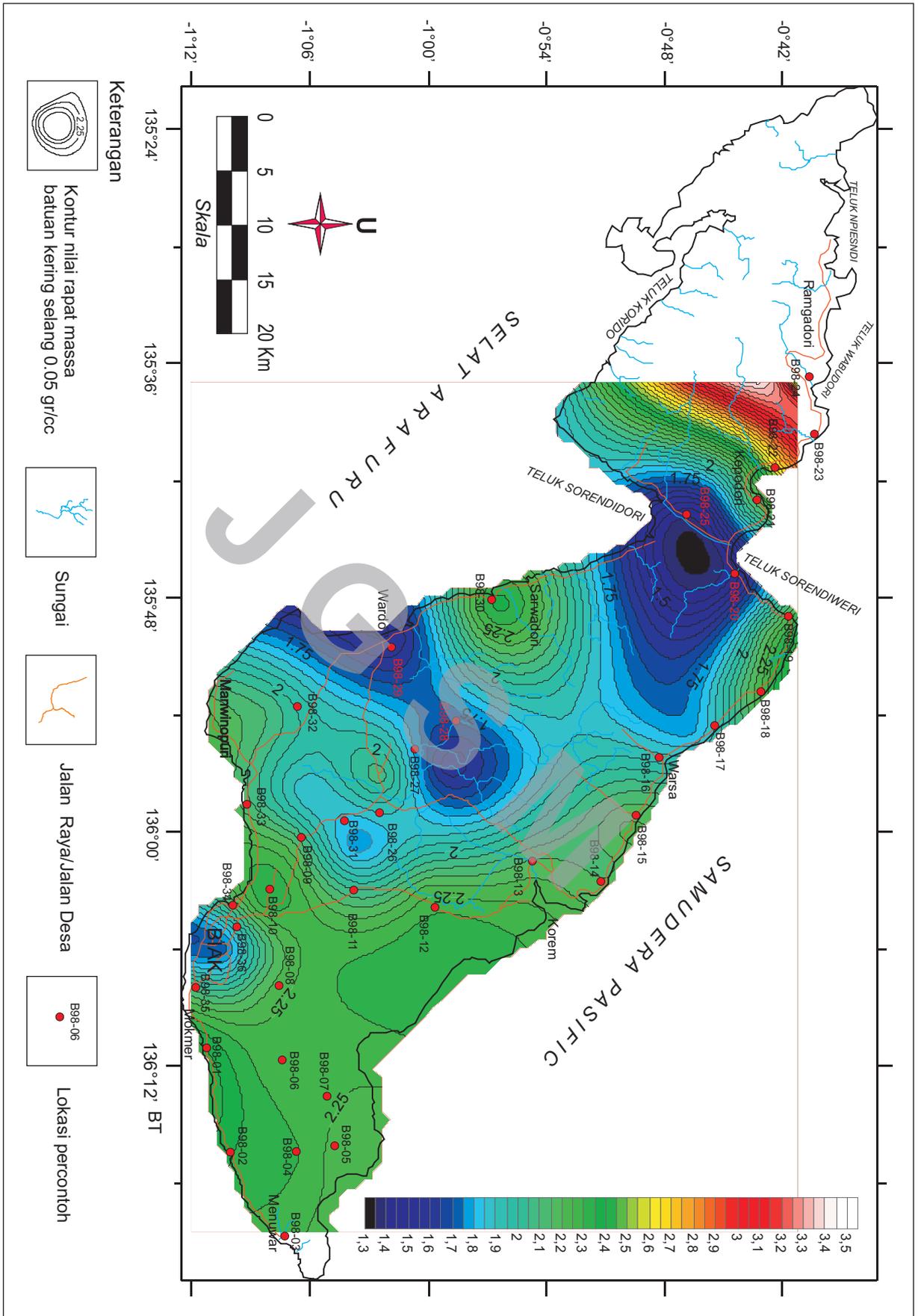
Kelompok dengan nilai di atas 2,0 gr/cc dengan warna hijau tua sampai merah, boleh dikatakan mendominasi Pulau Biak bagian timur dan sepanjang pantai utara, serta Pulau Supiori. Di daerah Sarwadori kontur rapat massa ini berupa cembungan. Kontur nilai rapat massa jenuh air (ρ_w) dan kontur rapat massa kering (ρ_d) dengan selang kontur 0,05 gr/cc dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6. Secara umum, pola penyebaran kontur kedua nilai rapat massa ini tidak berbeda dengan pola penyebaran



Gambar 4. Kontur sebaran nilai rapat massa batuan asli.



Gambar 5. Kontur sebaran nilai rapat massa batuan basah.



Gambar 6. Kontur sebaran nilai rapat massa batuan kering.

kontur rapat massa batuan asli. Yang menjadi perbedaan adalah adanya pergeseran nilai dan posisi garis kontur. Dengan adanya perbedaan nilai kontur dan posisi kontur, maka terlihat adanya pergeseran luas kelompok batuan antara sebaran rapat massa batuan asli dengan sebaran kontur batuan dengan rapat massa batuan jenuh air dan batuan dengan rapat massa batuan kering walaupun tidak begitu besar.

Penarikan kontur nilai kesarangan batuan dapat dilihat pada Gambar 7 yang secara garis besar dapat dibedakan menjadi dua kelompok. Kelompok pertama dengan nilai lebih kecil dari 20,0% digambarkan berwarna hijau muda sampai biru tua, sedangkan kelompok kedua dengan nilai lebih besar dari 20,0% digambarkan berwarna hijau muda sampai merah tua. Kelompok kontur kesarangan dengan nilai lebih kecil dari 20,0% ditemukan pada beberapa daerah, antara lain di bagian timur yaitu antara Kota Mokmer dan Menuar yang membentuk cekungan dengan pusat cekungan pada lokasi B98-02. Kontur nilai porositas ini juga dijumpai di daerah Manwinopuri dan di bagian utara Kota Biak yang penyebarannya menerus ke arah timur. Kelompok ini dijumpai pula dibagian barat Pulau Biak, yaitu sebelah timur Sarwadori, sebelah barat laut Kota Korem dan sebelah barat laut Kota Warsa membentuk bulatan-bulatan garis kontur. Selanjutnya kelompok kontur dengan nilai lebih kecil dari 20,0 % dijumpai mendominasi Pulau Supiori dimana terdapat titik pengambilan percontoh batuanya.

Kelompok garis-garis kontur kesarangan lebih besar dari 20,04% ditemukan di beberapa tempat, yaitu antara lain di daerah kota Wardo di pantai barat dengan penyebaran menerus ke sebelah selatan kota Korem di pantai timur Pulau Biak dengan membentuk bulatan-bulatan garis kontur. Kelompok dengan garis kontur nilai kesarangan ini dijumpai pula di daerah kota Warsa dan di daerah Kepodori, antara Pulau Biak dan Pulau Supiori.

Secara garis besar penarikan kontur kerentanan magnet batuan dapat dibedakan menjadi dua kelompok (Gambar 8). Kelompok pertama dengan nilai lebih kecil dari $10,0 \times 10^{-6}$ emu, dan kelompok kedua dengan nilai lebih besar dari $10,0 \times 10^{-6}$ emu. Kelompok kerentanan magnet batuan dengan nilai lebih kecil dari $10,0 \times 10^{-6}$ emu dijumpai di bagian timur Pulau Biak, yaitu daerah Maryendi sampai

sebelah timur Wardo dan di daerah Manurwar. Di bagian barat dijumpai di sekitar daerah Warsa dan sebelah selatan Teluk Sorindidori. Kelompok kerentanan magnet batuan dengan nilai lebih besar dari $10,0 \times 10^{-6}$ emu dijumpai di daerah Wardo, Korem, dan daerah Teluk Serbinwar di bagian timur Pulau Biak, dan daerah utara Teluk Sorindidori di Pulau Supiori.

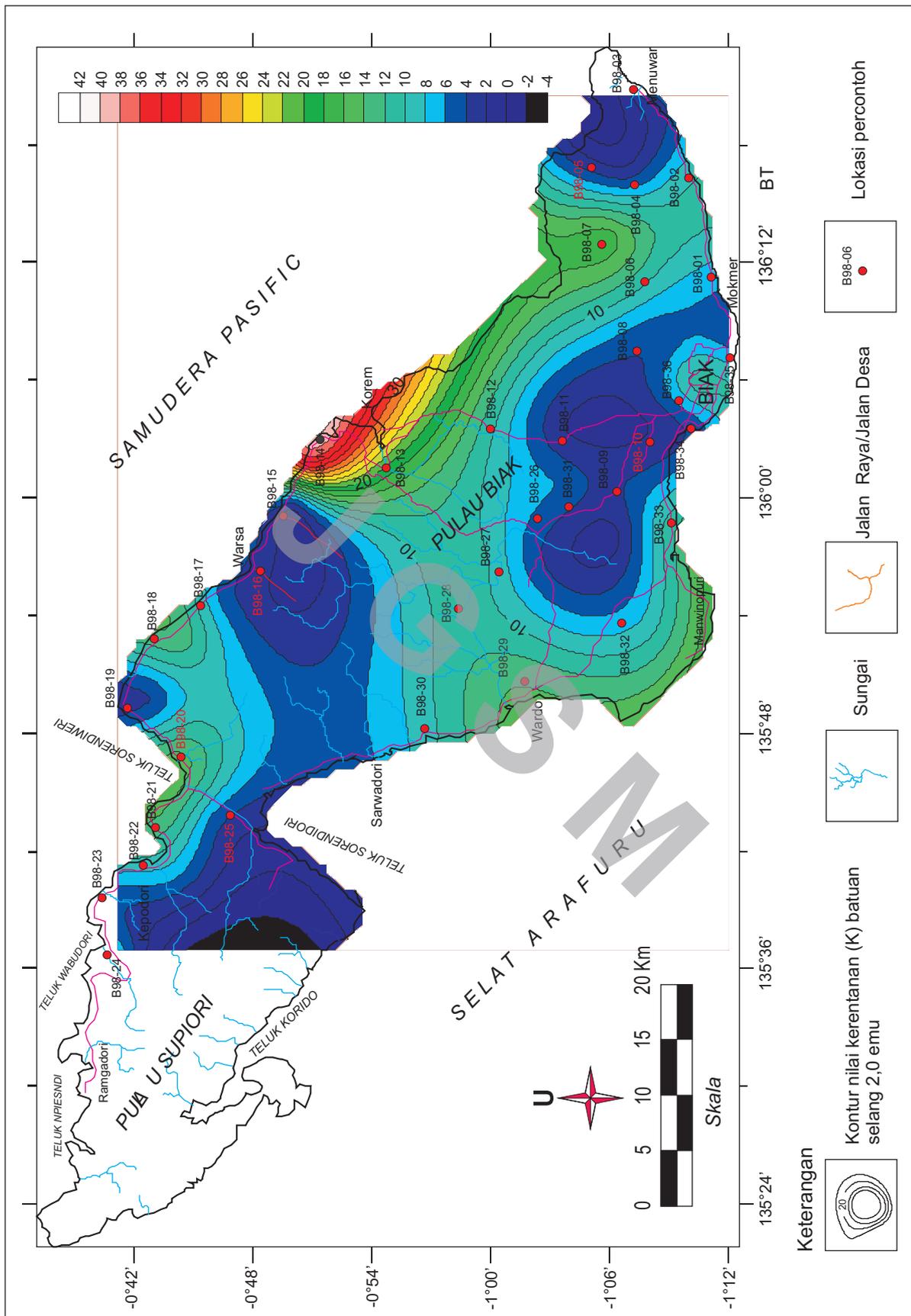
Penarikan kontur cepat rambat gelombang batuan secara garis besar dapat dibedakan menjadi dua kelompok (Gambar 9 dan 10). Kelompok pertama dengan nilai lebih kecil dari 3,0 km/det, dan kelompok kedua dengan nilai lebih besar dari 3,0 km/det. Kelompok cepat rambat gelombang batuan dengan nilai lebih kecil dari 3,0 km/det dijumpai di daerah Kota Biak, sebelah barat Maryendi dan di sekitar teluk Serbinwar di pantai timur. Di sebelah barat Pulau Biak dijumpai di sekitar Wardo, antara Teluk Sorindidori juga dijumpai di sekitar pesisir pantai utara Pulau Biak, yaitu di daerah sekitar Warsa.

Kelompok cepat rambat gelombang batuan dengan nilai lebih besar dari 3,0 km/det dijumpai di bagian timur Pulau Biak, yaitu sebelah barat Manurwar dan di sebelah barat Kota Biak, sekitar Maryendi, juga daerah Tanjung Sambersbari dengan kecenderungan nilai lebih besar dari 3,0 km/det. Di bagian barat nilai lebih besar dari 3,0 km/det dijumpai di pantai sekitar Warsa dan sekitar Kapundori di Pulau Supiori.

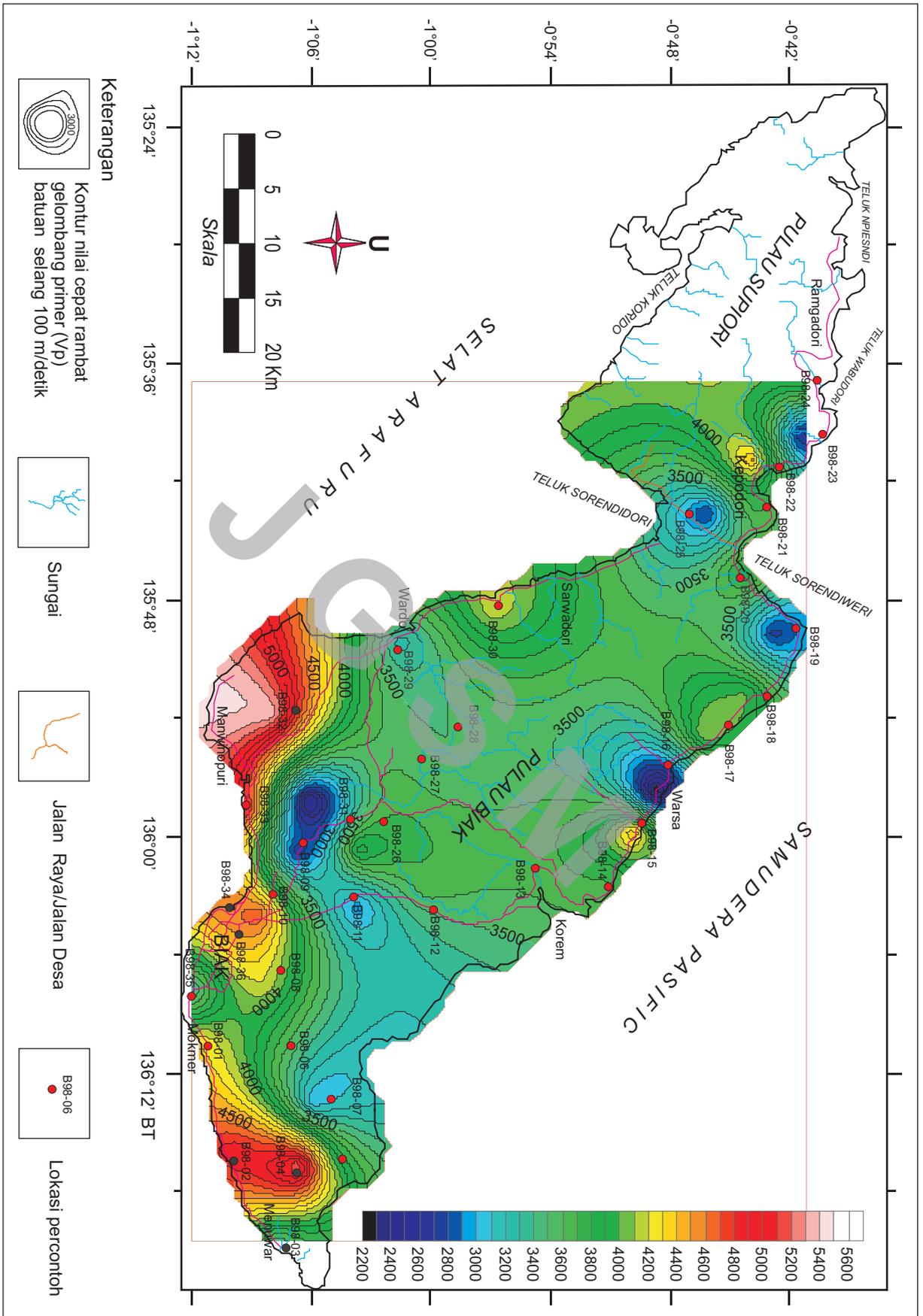
PEMBAHASAN DAN DISKUSI

Dari hasil penarikan kontur sifat-sifat fisika batuan tersebut di atas, yang menarik untuk didiskusikan adalah sebaran garis-garis kontur rapat massa batuan yang lebih kecil dari 2,0 cc/gr, baik itu rapat massa batuan asli (ρ_a), rapat massa batuan jenuh air (ρ_w), maupun rapat massa batuan kering (ρ_d). Sebaran garis-garis kontur nilai rapat massa ketiga nilai ini apabila diperhatikan sebarannya pada masing-masing gambar (Gambar 4, 5, dan 6) memperlihatkan bentuk dan pola yang hampir sama. Yang sedikit berbeda adalah dalam hal luas sebaran garis kontur.

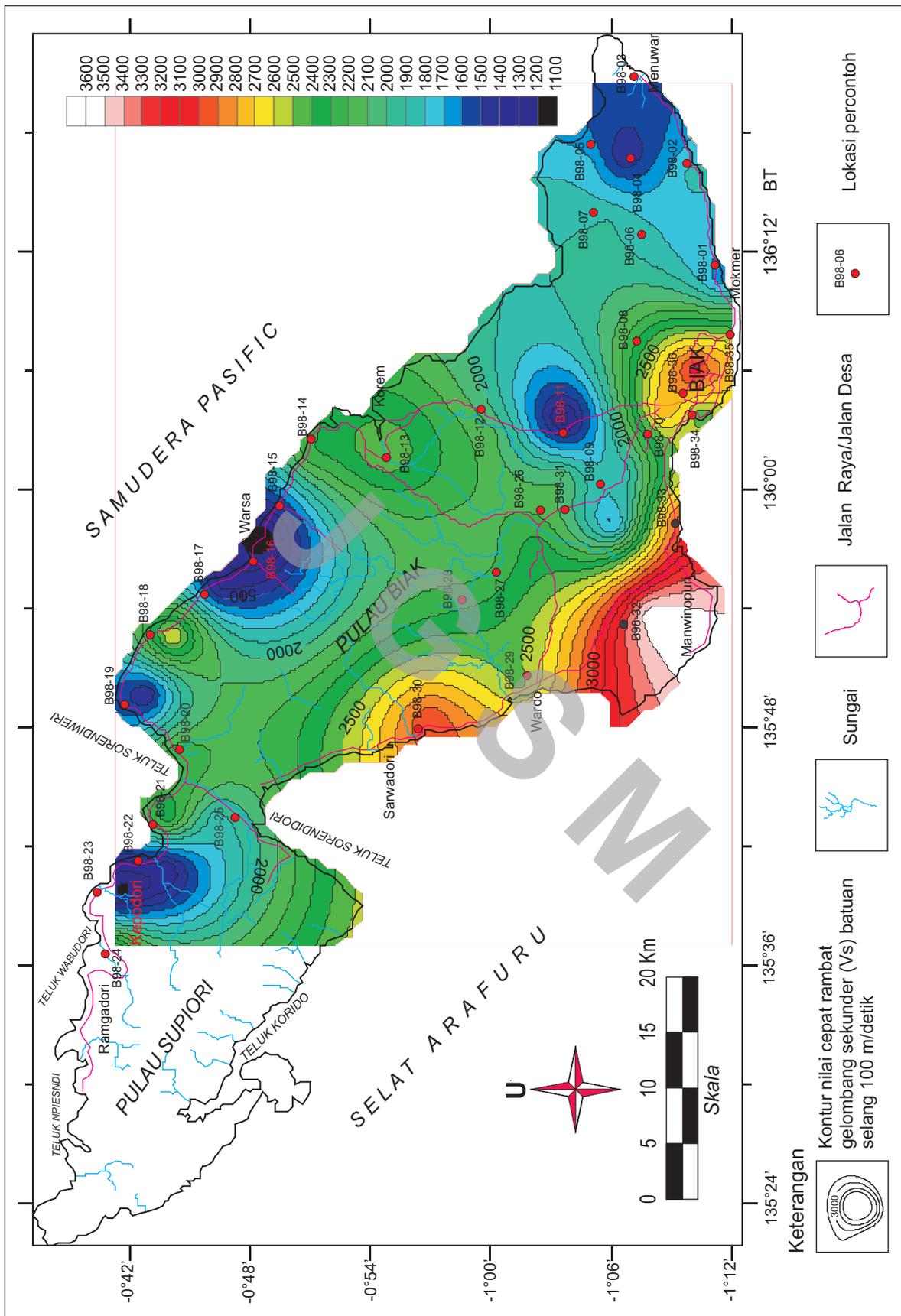
Selanjutnya, apabila dihubungkan dengan sebaran garis kontur dengan nilai kesarangan/porositas lebih besar dari 20,0 % (Gambar 7), maka dapat dilihat



Gambar 8. Kontur sebaran nilai kerentanan batuan .



Gambar 9. Kontur sebaran nilai cepat rambat gelombang primer batuan (Vp).



Gambar 10. Kontur sebaran nilai cepat rambat gelombang sekunder batuan (Vs).

bahwa sebaran garis kontur dengan rapat massa lebih kecil dari 2,0 gr/cc dengan sebaran garis kontur kesarangan lebih besar dari 20,0 % menempati daerah yang hampir sama. Sebaran garis-garis kontur rapat massa lebih kecil dari 2,0 gr/cc dan sebaran garis kontur porositas lebih besar dari 20,0 % secara geologi ditempati oleh batuan Formasi Wardo (Tm_{pw}) yang terdiri atas napal, napal kapuran dengan sisipan batugamping dan Formasi Korem (T_{mk}) yang terdiri atas batugamping napalan dan pasir. Hal ini menunjukkan bahwa daerah tersebut mempunyai batuan cukup lunak dengan tingkat porositas batuan yang cukup tinggi, yang berarti bahwa tingkat kelulusan air di daerah tersebut cukup tinggi.

Berdasarkan Masria drr. (1981), bagian barat Pulau Biak dan Pulau Supiori didasari oleh batuan kedap air. Oleh karena itu diharapkan daerah dengan nilai rapat massa lebih kecil dari 2,0 gr/cc dan nilai porositas lebih besar dari 20,0 % menempati daerah yang hampir sama. Sebarannya di daerah Wardo sampai mendekati Kota Korem di bagian tengah Pulau Biak dan di bagian pantai barat Pulau Biak. Diharapkan jenis batuan dan sifat fisik batuan menjadi reservoir air yang baik, yang didukung oleh kondisi topografi pulau tersebut dimana bagian tengah pulau merupakan perbukitan dengan ketinggian mencapai hampir 600,0 m. Sehingga aliran air pada musim pengujan akan tertampung pada daerah garis-garis kontur dengan rapat massa dan porositas yang telah dijelaskan di atas.

Nilai kerentanan magnet pada umumnya kecil, karena pada umumnya batuan yang dianalisis adalah batuan sedimen yang di dominasi oleh batugamping dan batupasir. Adanya nilai kerentanan magnet $32,23 \times 10^{-6}$ emu pada batugamping koral di B98-14 yang cukup besar dibandingkan dengan nilai kerentanan magnet pada umumnya percontoh batuan yang diambil dari daerah penelitian, menjadi suatu bahan diskusi yang menarik.

Penelitian sifat fisika batuan ini, terutama lokasi yang rapat massanya lebih kecil dari 2,0 gr/cc dan lokasi kontur dengan nilai kesarangan batuan lebih besar dari 20,0 %, perlu diperhatikan oleh Pemerintah Daerah setempat, karena daerah ini diduga merupakan daerah penyimpan air tanah (*aquifer*) yang sangat berguna, mengingat bahwa Pemerintah

Daerah mengalami kesulitan dalam persediaan air untuk kebutuhan masyarakat maupun untuk keperluan industri di daerah tersebut, terutama pada saat musim kemarau.

Hasil penelitian ini bisa menjadi bahan pertimbangan untuk pencarian sumber air di daerah tersebut. Disarankan agar dilakukan penelitian yang lebih mendetail dengan metode geofisika lain, seperti geolistrik dan gaya berat, pada daerah yang sifat rapat massa batuanya lebih kecil dari 2,0 gr/cc dengan sifat porositas lebih besar dari 20,0 % seperti terlihat pada Gambar 4,5,6, dan 7.

KESIMPULAN

- Tiga puluh enam percontoh batuan telah diambil dari daerah penelitian dan telah dianalisis mengandung batupasir, gamping, dan batuan malihan. Pengambilan percontoh batuan dilakukan sampai ke Pulau Supiori, tetapi pemusatan pengambilan dilakukan di Pulau Biak. Hal ini guna mendukung penelitian gaya berat dengan metode lain yang dilakukan di daerah tersebut.
- Hasil analisis laboratorium berupa nilai rapat massa, kesarangan, kerentanan magnet, dan cepat rambat gelombang batuan telah dikemas dalam bentuk tampilan berupa tabel dan peta bergaris kontur sifat fisika batuan masing-masing. Nilai sifat fisika batuan contoh yang dianalisis memperlihatkan harga yang tidak jauh berbeda antara jenis batuan yang satu dengan yang lain.
- Batuan dengan nilai rapat massa berkisar antara 1,67 - 2,54 gr/cc dimana nilai terendah ditemukan pada kelompok batupasir, yaitu napal pasir, terdapat di Pulau Supiori (lokasi B98-25). Batuan malihan dengan rapat massa tertinggi juga terdapat di Pulau Supiori yaitu pada lokasi B98-24.
- Nilai kesarangan (porositas) terendah terdapat pada batuan malihan pada lokasi B98-24, yaitu dengan nilai 5,35 %, sedang nilai tertinggi terdapat pada batuan napal gampingan sebesar 30,38 %, pada lokasi B98-29 yang ditemukan di sebelah barat laut Kota Wardo.

- Cepat rambat gelombang dengan nilai terendah 2,27 km/det terdapat pada gamping koral pada lokasi B98-31, dan nilai tertinggi pada batu gamping kristalin (5,3 km/det) pada lokasi titik pengamatan B98-04 yang terdapat di sebelah timur Kota Biak.
- Kerentanan magnet dengan nilai terendah $1,61 \times 10^{-6}$ emu dijumpai pada gamping koral pada lokasi B98-31, sedangkan nilai tertinggi terdapat pada batugamping yaitu sebesar $32,23 \times 10^{-6}$ emu yang terdapat pada lokasi B98-14.
- Dari penarikan garis-garis kontur sifat fisika batuan dapat disimpulkan bahwa hubungan besaran nilai rapat massa dan besaran nilai

porositas memperlihatkan hubungan yang berkebalikan. Apabila nilai rapat massa dan cepat rambat gelombang rendah maka nilai porositasnya akan tinggi, demikian pula sebaliknya. Daerah dengan nilai sifat rapat massa lebih kecil dari 2,0 grm/cc dengan nilai porositas lebih besar dari 20 % merupakan daerah yang potensial untuk sumber cadangan air.

Ucapan Terima Kasih

Penulis berterima kasih kepada Pimpinan Pusat Survei Geologi beserta staf, Team Penelaah yang telah mengoreksi, serta Dewan Redaksi yang terlibat dalam proses penerbitan makalah ini ■

ACUAN

- Heryanto, R., 1990. Kerentanan Magnetik Awal dan NRM Batuan, *seminar KBK Jurusan. Fisika FMIPA, ITB.*
- Hoshino, K., 1978. Physical Properties density and porosity, *In: Untung, M. and Sato, Y. Gravity and Geological Studies in Jawa*, pp. 145-158, *The Geological Survey of Indonesia.*
- Masria M., Ratman N., Suwitodirjo K., 1981, Geologi Lembar Biak, skala 1:250.000, *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*
- Untung, M. dan Akil, G.S., 1978. Physical Properties Seismic wave velocities, *In : Untung, M. and Sato Y. (ed.) Gravity and Geological Studies in Jawa*, pp. 158-160, *The Geological Survey of Indonesia.*